Examen partiel du 23 mars 2015

---

1 Exercice 1

Une grande plaque mobile est située entre deux grandes plaques fixes (cf figure 1). Deux fluides newtoniens de viscosité $\mu_1 = 0{,}02$ Pa·s et $\mu_2 = 0{,}01$ Pa·s sont contenus entre les plaques. Faites l'hypothèse que le profil de vitesse entre les plaques est linéaire. L'indice 1 renvoie au fluide dans l'espace supérieur tandis que l'indice 2 désigne l'espace inférieur.

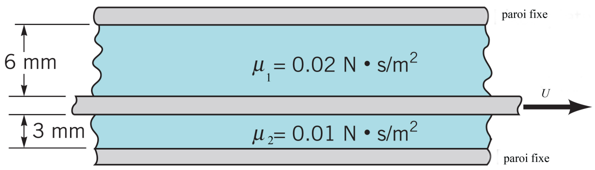

Figure 1 : *glissement d'une plaque entre deux plaques fixes.*

Question 1 [1] Déterminez la contrainte sur chacune des parois quand la plaque centrale mobile se déplace à une vitesse de $U = 3$ m/s parallèlement aux autres plaques.

- [A] $\tau_1 = 26$ Pa et $\tau_2 = 13$ Pa
- [B] $\tau_1 = 13$ Pa et $\tau_2 = 13$ Pa
- [C] $\tau_1 = 20$ Pa et $\tau_2 = 10$ Pa
- [D] $\tau_1 = 10$ Pa et $\tau_2 = 10$ Pa

---

2 Exercice 2

Un tube en verre de diamètre 3 mm ouvert à ses deux extrémités est plongé dans un bac de mercure liquide à 20 °C ($\gamma = 0{,}485$ N/m, $\rho = 13546$ kg/m^3). Indication : l'angle de contact mercure-verre est de 130°.

Question 2 [1] Quelle va être la différence de hauteur entre le mercure du tube et celui du bac ?

- [A] $h = 2{,}57$ mm
- [B] $h = -2{,}01$ mm
- [C] $h = -3{,}1$ mm
- [D] $h = 3{,}1$ cm

3 Exercice 3

On considère l'équation homogène suivante du second ordre :

$$\frac{\mathrm{d}^2x}{\mathrm{d}t^2} + A\frac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t} + Bx = 0 \tag{1}$$

où x est une longueur et t un temps.

Question 3 [1] Déterminer les dimensions des coefficients A et B dans les unités du système international (s, m, kg)

- [A] [A] = m s^{-1} et [B] = m^{2}s^{-2}
- [B] [A] = s^{-2} et [B] = s^{-1}
- [C] [A] = t^{-1} et [B] = t^{-2}
- [D] [A] = s^{-1} et [B] = s^{-2}

4 Exercice 4

On étudie un seuil à paroi mince, avec un déversoir de forme triangulaire (angle ϕ) comme le montre la figure 2. Ce déversoir contrôle le débit dans un canal ; l'eau est déversée dans un canal en contrebas, qui n'a aucune action en retour sur l'écoulement amont (seuil dénoyé). La hauteur d'eau au niveau du déversoir est H. Le débit Q transitant est fonction de H, de la vitesse U à l'approche du déversoir (resserrement des lignes de courant dû à la contraction de la section d'écoulement), de l'accélération de la gravitation g, et naturellement de l'angle d'ouverture ϕ. On introduit le nombre de Froude $Fr = U/\sqrt{gH}$.

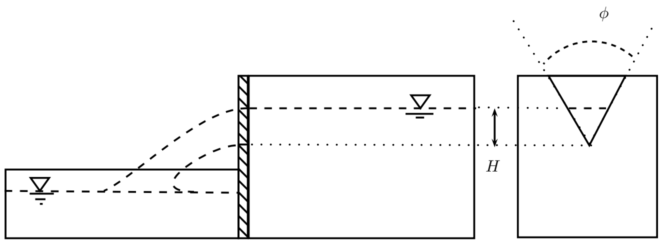

Figure 2 : *déversoir mince.*

Question 4 [1] Selon le théorème de Vashy-Buckingham, combien de nombres adimensionnels décrivent le problème.

- [A] 2
- [B] 4
- [C] 3
- [D] 1

Question 5 [2] Donner sous forme adimensionnelle la relation générique liant le débit aux autres variables du problèmes

- [A] $\frac{Q}{HU} = F(Fr,\phi)$
- [B] $\frac{Q}{H^{5/2}\sqrt{g}} = F(Fr,\phi)$
- [C] $Q = F(Fr,\phi)$
- [D] $\frac{Q}{H^{5/2}\sqrt{g}} = F(Fr,Re,\phi)$